

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ И КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МЕТАЛЛУРГИИ

Доменный процесс был и остается важнейшим, наиболее сложным и самым энергоемким звеном в цепочке производства черных металлов. Для доменной плавки актуальной является задача прогноза содержания кремния в чугунах. Дополнительным подходом к решению задачи прогнозирования содержания кремния в чугунах может быть использование методов распознавания образов (РО) – научного направления, связанного с моделированием сложных многофакторных зависимостей.

В современном доменном производстве решена задача автоматического сбора, хранения информации о технологических параметрах плавки, то есть для каждой из них известен состав чугуна и набор технологических параметров, зафиксированных до выпуска. Эта информация, собранная за определенный период, может быть представлена в виде набора векторов:

Выпуск 1: [Si], [параметр 1], ..., [параметр n];

Выпуск m: [Si], [параметр 1], ..., [параметр n].

Набор векторов, упорядоченный по [Si] можно разделить на три класса, например: $[Si] < 0,57 \%$, $0,57 < [Si] < 0,75 \%$ – (нормальное содержание), $[Si] > 0,75 \%$. Каждому полученному вектору соответствует точка в n-мерном пространстве, где n – размерность вектора. Совокупность векторов каждого класса образует в пространстве признаков (параметров) некоторое множество точек. Задача состоит в том, чтобы построить границы (решающие правила), разделяющие эти множества. Эти границы могут быть описаны математически в виде дискриминантных функций и использованы в дальнейшем для классификации новых векторов параметров, т.е. для прогнозирования. Иначе говоря, для получения прогноза [Si] в предстоящем выпуске необходимо отобразить соответствующий вектор параметров плавки в n-мерное пространство признаков и с помощью решающего правила установить, в геометрической области какого класса (низкое, нормальное или высокое содержание кремния) эта точка находится. Построение дискриминантных функций – основная задача РО. Решению ее обычно предшествует оценка информативности признаков и выбор наиболее информативной подсистемы признаков. Качество полученных решающих правил оценивается методом распознавания векторов экзаменуемой выборки,

принадлежность к классам для которых известна, но которые не участвовали в обучении.

В качестве исходного материала для обработки использованы данные из базы данных доменного цеха ОАО «ММК», автоматически собираемые с технологических датчиков всех печей, данные о химическом составе загружаемых в печь шихтовых материалов, дутьевых параметров, а также некоторые показатели, рассчитываемые с помощью разработанной в УрФУ модели доменного процесса. В результате чистки и предварительной обработки данных сформировано 989 векторов, охватывающих по времени 1285 ч работы доменной печи.

Все вектора разбиты на три группы, соответствующие классам низкого, нормального и высокого содержания кремния в чугуне. Интервалы разбиения приведены выше. Решение задачи проводилось с использованием пакета распознавания образов КВАЗАР для IBM PC. В процессе решения задачи 1-й параметр ([Si]) не использовался, поскольку он является классообразующим и предназначен для указания принадлежности векторов к классам.

Предварительный анализ информативности признаков с помощью средств пакета КВАЗАР позволил сформировать наиболее информативную подсистему признаков, в которую вошли 23 признака из 88, предварительно отобранных в качестве потенциально «полезных» признаков для выполнения прогноза.

Решающее правило, полученное при использовании этой подсистемы признаков, показало результат 83 % правильного распознавания векторов экзаменующей выборки. На рисунке приведены графики для сравнения результатов прогноза с фактическим содержанием кремния в чугуне для 100 векторов экзаменующей выборки.

К настоящему моменту завершена разработка компьютерной системы «Прогноз ДП», реализующей прогнозирование величины содержания кремния в чугуне на основе методов распознавания образов.

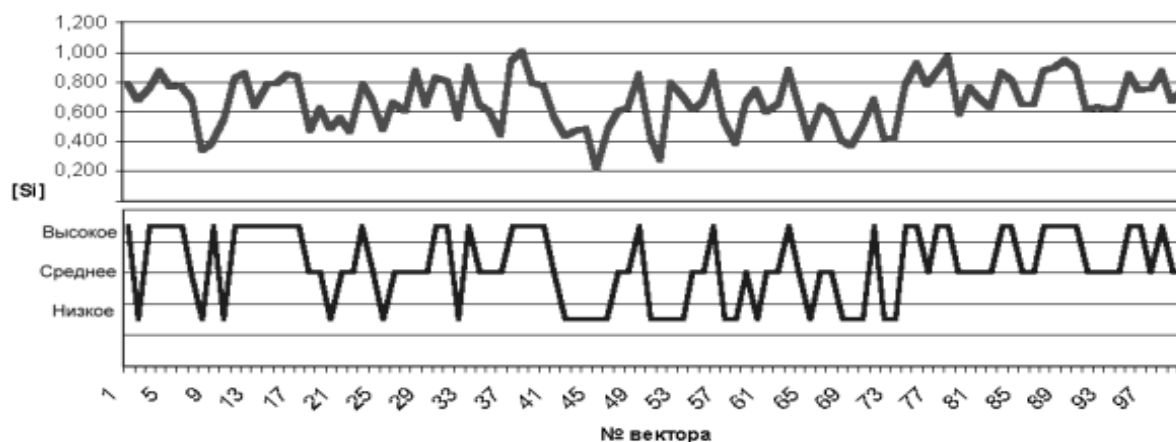


Рис. График сравнения результатов прогноза с фактическим содержанием [Si]